

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001318715
PUBLICATION DATE : 16-11-01

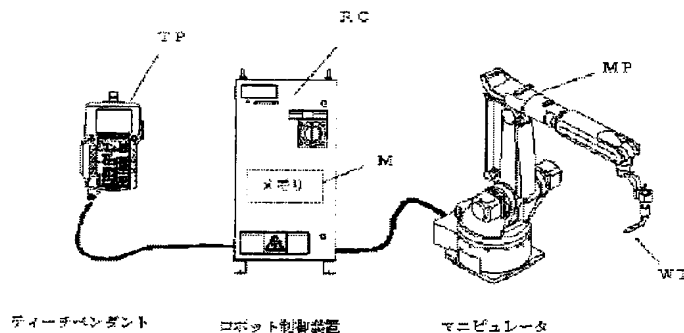
APPLICATION DATE : 12-05-00
APPLICATION NUMBER : 2000140123

APPLICANT : DAIHEN CORP;

INVENTOR : SUGIMURA KUNIIHIKO;

INT.CL. : G05B 19/42 B25J 9/16 B25J 9/22
G05B 19/4093

TITLE : TEACHING METHOD AND DEVICE
FOR ROBOT FOR WELDING



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce burdens in teaching work.

SOLUTION: This teaching method of a robot for welding using a manipulator MP, a robot controller RC for controlling the operation of the manipulator MP, a welding torch WT attached to the tip of the manipulator MP and a teaching pendant TP connected to the robot controller RC for teaching the operation of the manipulator MP is composed of a next teaching point preparation step provided with a step for discriminating a moving method to a taught final point and a teaching point utilizing next teaching point preparation step for automatically calculating plural teaching points including the taught final point, the position of a teaching candidate point to be taught next corresponding to the same interpolation method as the method of interpolating the taught final point and the attitude of the welding torch WT at the teaching candidate point and a next teaching point movement step provided with a next teaching point direct movement step for moving the manipulator MP to the teaching candidate point calculated in the next teaching point preparation step from the taught final point.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

E P34868 (3) b)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-318715
(P2001-318715A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001. 11. 16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース (参考)
G 0 5 B 19/42		G 0 5 B 19/42	R 3 F 0 5 9
B 2 5 J 9/16		B 2 5 J 9/16	5 H 2 6 9
9/22		9/22	Z
G 0 5 B 19/4093		G 0 5 B 19/4093	H

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-140123(P2000-140123)

(22) 出願日 平成12年5月12日 (2000. 5. 12)

(71) 出願人 000000262

株式会社ダイヘン

大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号

(72) 発明者 杉村 邦彦

大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

(74) 代理人 100082957

弁理士 中井 宏

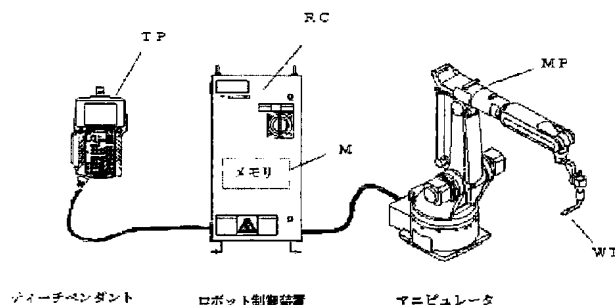
Fターム(参考) 3F059 AA05 BA10 BC07 BC10 CA05
CA06 CA08 DA05 FA03 FA10
FB01 FB05 FC02 FC07 FC13
FC14
5H269 AB33 BB07 EE05 RB01 RB04
SA06

(54) 【発明の名称】 溶接用ロボットの教示方法及び装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ティーチング作業における負担を軽減する。

【解決手段】 マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチWTと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する溶接用ロボットの教示方法において、教示済最終点への移動方法を判別するステップと、この教示済最終点を含む複数の教示点と、この教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法に応じて次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点における溶接トーチWTの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次数教示点作成ステップとを有する次数教示点作成ステップと、上記教示済最終点から上記次数教示点作成ステップで算出された教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次数教示点直接移動ステップを有する次数教示点移動ステップとから成る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する産業用ロボットの教示方法において、教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点におけるマニピュレータの先端に取り付けられたツールの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次数示点作成ステップを有する次数示点作成ステップと、前記教示済最終点から前記次数示点作成ステップで算出された教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次数示点直接移動ステップを有する次数示点移動ステップとを含むことを特徴とする産業用ロボットの教示方法。

【請求項2】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、マニピュレータの先端に取り付けられた溶接トーチと、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する溶接用ロボットの教示方法において、教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点における溶接トーチの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次数示点作成ステップを有する次数示点作成ステップと、前記教示済最終点から前記次数示点作成ステップで算出された教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次数示点直接移動ステップを有する次数示点移動ステップとを含むことを特徴とする溶接用ロボットの教示方法。

【請求項3】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、マニピュレータの先端に取り付けられた溶接トーチと、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する溶接用ロボットの教示方法において、マニピュレータの先端に取り付けられた溶接トーチを引き上げる方向に退避させる次数示点移動時の溶接トーチ退避距離を設定する次数示点移動パラメータ設定ステップと、教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点における溶接トーチの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次数示点作成ステップを有する次数示点作成ステップと、前記教示済最終点において前記次数示点移動パラメータ設定ステップで設定された次数示点移動時の溶接トーチ退避距離だけ溶

接トーチを引き上げ、さらに前記次数示点作成ステップで算出された次数示候補点において溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチを引き下す次数示点退避移動ステップと、前記教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次数示点直接移動ステップとを有する次数示点移動ステップとを含むことを特徴とする溶接用ロボットの教示方法。

【請求項4】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、マニピュレータの先端に取り付けられた溶接トーチと、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する溶接用ロボットの教示方法において、教示済最終点から次数示候補点までの次数示点移動距離を設定する次数示点移動パラメータ設定ステップと、前記教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ並びに、前記次数示点移動パラメータ設定ステップで設定された次数示点移動距離及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点における溶接トーチの姿勢とを自動的に算出する設定値利用次数示点作成ステップを有する次数示点作成ステップと、前記教示済最終点から前記次数示点作成ステップで算出された教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次数示点直接移動ステップを有する次数示点移動ステップとを含むことを特徴とする溶接用ロボットの教示方法。

【請求項5】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、マニピュレータの先端に取り付けられた溶接トーチと、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する溶接用ロボットの教示方法において、教示済最終点から次数示候補点までの次数示点移動距離と、マニピュレータの先端に取り付けられた溶接トーチを引き上げる方向に退避させる次数示点移動時の溶接トーチ退避距離とを設定する次数示点移動パラメータ設定ステップと、前記教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ並びに、前記次数示点移動パラメータ設定ステップで設定された次数示点移動距離及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点における溶接トーチの姿勢とを自動的に算出する設定値利用次数示点作成ステップを有する次数示点作成ステップと、前記教示済最終点において前記次数示点移動パラメータ設定ステップで設定された次数示点移動時の溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチを引き上げ、さらに前記次数示点作成ステップで算出された次数示候補点において溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチを引き下す次数示点退避

移動ステップと、前記教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次教示点直接移動ステップとを有する次教示点移動ステップとを含むことを特徴とする溶接用ロボットの教示方法。

【請求項6】 次教示点作成ステップが、教示済最終点を含む複数の教示点及び前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法に応じて次に教示すべき教示候補点を自動的に算出し、前記教示候補点へ移動する補間方法及び補間速度を前記教示済最終点へ移動した補間方法及び補間速度と異なる補間方法及び補間速度を設定する補間速度変更ステップを含むことを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3又は請求項4又は請求項5記載の教示方法。

【請求項7】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する産業用ロボットの教示装置において、教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点におけるマニピュレータの先端に取り付けられたツールの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、

前記教示済最終点から前記次教示点作成回路で算出された教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次教示点直接移動回路を有する次教示点移動回路とを含むことを特徴とする産業用ロボットの教示装置。

【請求項8】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチと、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する溶接用ロボットの教示装置において、教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点における溶接トーチの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、前記教示済最終点から前記次教示点作成回路で算出された教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次教示点直接移動回路を有する次教示点移動回路とを含むことを特徴とする産業用ロボットの教示装置。

【請求項9】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチと、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する溶接用ロボットの教示装置において、マ

ニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチを引き上げる方向に退避させる次教示点移動時の溶接トーチ退避距離を設定する次教示点移動パラメータ設定回路と、教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点における溶接トーチの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、

前記教示済最終点において前記次教示点移動パラメータ設定回路で設定された次教示点移動時の溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチを引き上げ、さらに前記次教示点作成回路で算出された次教示候補点において溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチを引き下す次教示点退避移動回路と、前記教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次教示点直接移動回路とを有する次教示点移動回路とを含むことを特徴とする溶接用ロボットの教示装置。

【請求項10】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチと、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する溶接用ロボットの教示装置において、教示済最終点から次教示候補点までの次教示点移動距離を設定する次教示点移動パラメータ設定回路と、前記教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路並びに、前記次教示点移動パラメータ設定回路で設定された次教示点移動距離及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点における溶接トーチの姿勢とを自動的に算出する設定値利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、前記教示済最終点から前記次教示点作成回路で算出された教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次教示点直接移動回路を有する次教示点移動回路とを含むことを特徴とする溶接用ロボットの教示装置。

【請求項11】 マニピュレータと、マニピュレータの動作を制御するロボット制御装置と、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチと、ロボット制御装置に接続しマニピュレータの動作を教示するティーチペンダントとを使用する溶接用ロボットの教示装置において、教示済最終点から次教示候補点までの次教示点移動距離と、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチを引き上げる方向に退避させる次教示点移動時の溶接トーチ退避距離とを設定する次教示点移動パラメータ設定回路と、前記教示済最終点がいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路並びに、前記次教示点移動パラメータ設定回路で設定された次教示点移動距離及び前記教示済最終点を含む複数の教示点と前

記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置と前記教示候補点における溶接トーチの姿勢とを自動的に算出する設定値利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、前記教示済最終点において前記次教示点移動パラメータ設定回路で設定された次教示点移動時の溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチを引き上げ、さらに前記次教示点作成回路で算出された次教示候補点において溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチを引き下す次教示点退避移動回路と、前記教示候補点に前記マニピュレータを移動させる次教示点直接移動回路とを有する次教示点移動回路とを含むことを特徴とする溶接用ロボットの教示装置。

【請求項12】 次教示点作成回路が、教示済最終点を含む複数の教示点及び前記教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法に応じて次に教示すべき教示候補点を自動的に算出し、前記教示候補点へ移動する補間方法及び補間速度を前記教示済最終点へ移動した補間方法及び補間速度と異なる補間方法及び補間速度を選択する補間方法変更回路を含むことを特徴とする請求項7又は請求項8又は請求項9又は請求項10又は請求項11記載の教示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、産業用ロボット、特に溶接ロボットシステムの教示方法及び教示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ティーチングプレイバック方式のロボットシステムでは、ロボットに作業するための動作軌跡、手順等を予めロボットシステムに記憶させ、自動運転においてロボットシステムに記憶させた通りの動作、作業等を繰り返させるのが一般的な使用方法である。この作業をティーチング作業又はロボットプログラミング作業と称し、ロボットシステムを使用する側にとって、大きな負担となっている。

【0003】前述したティーチング作業の負担を減らすためにオフラインプログラミング、センサシステム等が数多く提案され、一部開発され製品化されている。しかし、オフラインプログラミングを行なうための装置、ソフトウェア等が別途必要であり、これらはまだ期待する効果が得られない割に高価である。センサシステムについても同様で、高価であり調整、保守等もコストがかかる上に、ティーチング作業又はオフラインプログラミングで作成された作業プログラムのプレイバックの上に成り立っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような状況の中で、ティーチング作業は依然手放せないものであり、そのための支援機能は重要である。溶接用ロボットの場、ティーチング作業で最も煩雑な作業は、ティーチペ

ンダントに装備されたキー、ジョイスティック等を操作して、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチ先端の位置及び溶接トーチのワークに対する角度（以下、姿勢という）を望ましい状態に移動し、ウィービング、溶接条件等のデータとともにロボット制御装置内の記憶装置に記憶する方法を順次繰り返していく。これは、溶接トーチとティーチペンダントとの間の視線の移し替え、ティーチペンダント上のキー操作等が頻繁に行なわれ、オペレータに多大な疲労感を与えている。

【0005】溶接用ロボットの動作を大きく分けると、2つの動作に大別できる。一つは、ある溶接箇所から別の溶接箇所に移動するエアーカットと呼ばれる位置決め（PTP）動作である。もう一つは、溶接箇所における溶接トーチの移動軌跡を重視した補間（CP）動作である。前者は、比較的広い空間における動作で、ある程度のラフな移動軌跡が許容できるので、教示作業に精神的な負担がかかる度合いが小さい。一方、後者はワークの形状に沿って細かな移動軌跡のティーチング作業が必要である。

【0006】さらに、ある程度の溶接線長を持ったワークでは、直線軌跡と円弧軌跡とを繋ぎあわせた滑らかな連続線となる部分が多く、円周部のみならず直線部であっても一般的に複数点に分割して教示を行なう場合が多い。この理由は、多関節型マニピュレータに特有のアームリンク組み付け誤差から生じる直線補間精度の保証限界を超えないようにするためであったり、溶接線のギャップ変化、開先形状の変化等に応じて溶接条件を細かく変化させるためである。そのために、補間動作の教示作業における精神的な負担が多い。

【0007】本発明は、このような課題を解決するための教示支援機能を提供し、オペレータの負担を軽減しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】出願時の請求項1記載の産業用ロボットの教示方法は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する産業用ロボットの教示方法において、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ（S101）及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点におけるマニピュレータの先端に取り付けられたツールの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次教示点作成ステップ（S106、S107、S110）を有する次教示点作成ステップと、上記教示済最終点から図6に示す上記次教示点作成ステップで算出された教示候補点にマニピュレータMPを移動させる

次教示点直接移動ステップ（S204、S205、S206）を有する次教示点移動ステップとから成る方法である。なお、上記の複数の教示点とは図4に示す直線補間の P_n 、 P_{n-1} 、図8に示す円弧補間の P_n 、 P_{n-1} 、 P_{n-2} である。

【0009】また、出願時の請求項2記載の溶接用ロボットの教示方法は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチWTと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する溶接用ロボットの教示方法において、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ（S101）及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点における溶接トーチWTの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次教示点作成ステップ（S106、S107、S110）を有する次教示点作成ステップと、上記教示済最終点から図6に示す上記次教示点作成ステップで算出された教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次教示点直接移動ステップ（S204、S205、S206）を有する次教示点移動ステップとから成る方法である。

【0010】さらに、出願時の請求項3記載の溶接用ロボットの教示方法は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチWTと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する溶接用ロボットの教示方法において、図7に示すように、マニピュレータMPの先端に取付けられた溶接トーチWTを引き上げる方向に退避させる次教示点移動時の溶接トーチ退避距離を設定する次教示点移動パラメータ設定ステップと、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ（S101）及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点における溶接トーチWTの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次教示点作成ステップ（S106、S107、S110）を有する次教示点作成ステップと、上記教示済最終点において上記次教示点移動パラメータ設定ステップで設定された次教示点移動時の溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチWTを引き上げ、さらに上記次教示点作成ステップで算出された次教示候補点において溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチWTを引き下す次教示点退避移動ステップ（S202、S203、S208、S20

9）と、この教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次教示点直接移動ステップ（S204、S205、S206）とを有する次教示点移動ステップとから成る方法である。

【0011】さらに、出願時の請求項4記載の溶接用ロボットの教示方法は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチWTと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する溶接用ロボットの教示方法において、図5に示すように教示済最終点から次教示候補点までの次教示点移動距離を設定する次教示点移動パラメータ設定ステップと、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ（S101）並びに、上記次教示点移動パラメータ設定ステップで設定された次教示点移動距離及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点における溶接トーチWTの姿勢とを自動的に算出する設定値利用次教示点作成ステップ（S106、S108、S110）を有する次教示点作成ステップと、上記教示済最終点から図6に示す上記次教示点作成ステップで算出された教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次教示点直接移動ステップ（S204、S205、S206）を有する次教示点移動ステップとから成る方法である。

【0012】さらに、出願時の請求項5記載の溶接用ロボットの教示方法は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチWTと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する溶接用ロボットの教示方法において、図5に示すように教示済最終点から次教示候補点までの次教示点移動距離と、図7に示すようにマニピュレータMPの先端に取付けられた溶接トーチWTを引き上げる方向に退避させる次教示点移動時の溶接トーチ退避距離とを設定する次教示点移動パラメータ設定ステップと、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別ステップ（S101）並びに、上記次教示点移動パラメータ設定ステップで設定された次教示点移動距離及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点における溶接トーチWTの姿勢とを自動的に算出する設定値利用次教示点作成ステップ（S106、S108、S110）を有する次教示点作成ステップと、上記教示済最終

点において上記次教示点移動パラメータ設定ステップで設定された次教示点移動時の溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチWTを引き上げ、さらに上記次教示点作成ステップで算出された次教示候補点において溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチWTを引き下す次教示点退避移動ステップ（S202、S203、S208、S209）と、この教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次教示点直接移動ステップ（S204、S205、S206）とを有する次教示点移動ステップとから成る方法である。

【0013】さらに、出願時の請求項6記載の教示方法は、請求項1又は請求項2又は請求項3又は請求項4又は請求項5記載の次教示点作成ステップが、教示済最終点を含む複数の教示点及びこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法に応じて次に教示すべき教示候補点を自動的に算出し、この教示候補点へ移動する補間方法及び補間速度を教示済最終点へ移動した補間方法及び補間速度と異なる補間方法及び補間速度を設定する補間方法変更ステップを含む方法である。

【0014】出願時の請求項7記載の産業用ロボットの教示装置は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する産業用ロボットの教示装置において、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点におけるマニピュレータの先端に取り付けられたツールの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、上記教示済最終点から図6に示す上記次教示点作成回路で算出された教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次教示点直接移動回路を有する次教示点移動回路とから成る装置である。

【0015】また、出願時の請求項8記載の溶接用ロボットの教示装置は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、マニピュレータの先端に取り付けられた溶接トーチWTと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する溶接用ロボットの教示装置において、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点における溶接トーチWTの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、

上記教示済最終点から図6に示す上記次教示点作成回路で算出された教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次教示点直接移動回路を有する次教示点移動回路とから成る装置である。

【0016】さらに、出願時の請求項9記載の溶接用ロボットの教示装置は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、マニピュレータの先端に取り付けられた溶接トーチWTと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する溶接用ロボットの教示装置において、図7に示すように、マニピュレータMPの先端に取り付けられた溶接トーチWTを引き上げる方向に退避させる次教示点移動時の溶接トーチ退避距離を設定する次教示点移動パラメータ設定回路と、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点における溶接トーチWTの姿勢とを自動的に算出する教示点利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、上記教示済最終点において上記次教示点移動パラメータ設定回路で設定された次教示点移動時の溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチWTを引き上げ、さらに上記次教示点作成回路で算出された次教示候補点において溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチWTを引き下す次教示点退避移動回路と、この教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次教示点直接移動回路とを有する次教示点移動回路とから成る装置である。

【0017】さらに、出願時の請求項10記載の溶接用ロボットの教示装置は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、マニピュレータの先端に取り付けられた溶接トーチWTと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する溶接用ロボットの教示装置において、図5に示すように教示済最終点から次教示候補点までの次教示点移動距離を設定する次教示点移動パラメータ設定回路と、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路並びに、上記次教示点移動パラメータ設定回路で設定された次教示点移動距離及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点における溶接トーチWTの姿勢とを自動的に算出する設定値利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、上記教示済最終点から図6に示す上記次教示点作成回路で算出された教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次教示点直

接移動回路を有する次教示点移動回路とから成る装置である。

【0018】さらに、出願時の請求項1記載の溶接用ロボットの教示装置は、マニピュレータMPと、マニピュレータMPの動作を制御するロボット制御装置RCと、マニピュレータの先端に取付けられた溶接トーチWTと、ロボット制御装置RCに接続しマニピュレータMPの動作を教示するティーチペンダントTPとを使用する溶接用ロボットの教示装置において、図5に示すように教示済最終点から次教示候補点までの次教示点移動距離と、図7に示すようにマニピュレータMPの先端に取付けられた溶接トーチWTを引き上げる方向に退避させる次教示点移動時の溶接トーチ退避距離とを設定する次教示点移動パラメータ設定回路と、図3に示すように、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれの方法で教示されたかを判別する教示済最終点教示方法判別回路並びに、上記次教示点移動パラメータ設定回路で設定された次教示点移動距離及びこの教示済最終点を含む複数の教示点とこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法とを使用して次に教示すべき教示候補点の位置とこの教示候補点における溶接トーチWTの姿勢とを自動的に算出する設定値利用次教示点作成回路を有する次教示点作成回路と、上記教示済最終点において上記次教示点移動パラメータ設定回路で設定された次教示点移動時の溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチWTを引き上げ、さらに上記次教示点作成回路で算出された次教示候補点において溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチWTを引き下す次教示点退避移動回路と、この教示候補点にマニピュレータMPを移動させる次教示点直接移動回路とを有する次教示点移動回路とから成る装置である。

【0019】さらに、出願時の請求項12記載の教示装置は、請求項7又は請求項8又は請求項9又は請求項10又は請求項11記載の次教示点作成回路が、教示済最終点を含む複数の教示点及びこの教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法に応じて次に教示すべき教示候補点を自動的に算出し、この教示候補点へ移動する補間方法及び補間速度を教示済最終点へ移動した補間方法及び補間速度と異なる補間方法及び補間速度を設定する補間方法変更回路を含む装置である。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明に係る一実施例である溶接用ロボットの教示方法について説明する。図1は、本実施例の溶接ロボットシステム全体図である。RCはロボット制御装置、MPはロボット制御装置RCによって動作制御されるマニピュレータ、TPはティーチペンダントである。Mはロボット制御装置RCに内蔵されるメモリで、ロボット作業プログラム、各種パラメータ等が記憶される。WTはマニピュレータMPの先端に取付けられた溶接トーチである。この他、マニピュレータ以外の図示していないボジショナ、

スライド等の外部軸が存在しても、マニピュレータ単独でワーク上にプレイバック軌跡を教示する場合も含んでいる。

【0021】図2は、図1に示す溶接ロボットシステムを使用し、オペレータが2つのワークの重ね合わせ部を溶接するためにティーチングする教示点を示す図である。P1乃至P6は同一直線上に位置する教示候補点を示し、P6乃至P10は同一円弧上に位置する教示候補点を示している。オペレータは次の順でティーチング作業を行う。

【0022】教示候補点P1及びP2のティーチング作業は、従来どおり、オペレータがティーチペンダントTPを操作し、マニピュレータMPを各教示候補点の位置に移動させ、溶接トーチWTの姿勢、位置決め、補間動作等の動作方法、溶接電流値、溶接速度等の溶接条件等をロボット制御装置RC内のメモリMに記憶する。ちなみに、図2に示すワークでは、教示候補点P1までの動作方法は位置決めで、教示候補点P2までの動作方法は直線補間となる。

【0023】次教示候補点P3のティーチング作業は、後述する図3及び図6に示すように、本発明を実施するための教示機能を使って次の順序で行う。なお、下記ステップの()内に、そのステップの特徴あるステップ番号を表示する。

(1) 次教示点移動パラメータ設定ステップ(図5及び図7)

(2) 次教示点作成ステップ(図3)

(a) 教示済最終点教示方法判別ステップ(S101)

(b1) 教示点利用次教示点作成ステップ(S106、S107、S110)

(b2) 設定値利用次教示点作成ステップ(S106、S108、S110)

(c) 補間パラメータ変更ステップ(S113)

(3) 次教示点移動ステップ(図6)

(a) 次教示点直接移動ステップ(S204、S205、S206)

(b) 次教示点退避移動ステップ(S202、S203、S208、S209)

【0024】(1) 次教示点移動パラメータ設定ステップ

後述する次教示点移動距離及び次教示点移動時の溶接トーチ退避距離を、教示点を記憶する前に、オペレータがティーチペンダントTPを使ってロボット制御装置RCに内蔵されているメモリMに記憶する。

【0025】(2) 次教示点作成ステップ

(a) 教示済最終点教示方法判別ステップ

次教示候補点P3の位置は、図3に示す次教示候補点の作成処理フロー図に従って算出される。図3のステップS101は、教示済最終点が直線補間、円弧補間、その他のいずれかの方法で教示されたかを判別する教示済最

終点教示方法判別ステップである。このステップにおいて、教示済最終点P2の種類が直線補間なのでステップS103の直線軌跡を延長する処理を行う。

【0026】ステップS106において、次教示候補点の位置を予め設定された次教示点移動距離から算出する設定値利用次教示点作成ステップか、教示済最終点とその1つ前の教示点との2点間の距離と同じ距離の位置に次教示候補点を設定する教示点利用次教示点作成ステップかを判別する。

【0027】(b1) 教示点利用次教示点作成ステップ 教示済最終点とその1つ前の教示点との2点間の距離と同じ距離の位置に次教示候補点を設定する場合、すなわち、設定値から算出しない場合はステップS107に進む。

【0028】図4は、ステップS107において次教示候補点の算出方法を示している。図4において、 P_{n-1} は教示済最終点 P_n よりもひとつ前の教示点を示し、それぞれの位置を $P_{n-1}(X_{n-1}, Y_{n-1}, Z_{n-1})$ 、 $P_n(X_n, Y_n, Z_n)$ とし、教示済最終点への移動が直線補間であること示している。 P_{n+1} は次の教示候補点を示し、その位置を $P_{n+1}(X_{n+1}, Y_{n+1}, Z_{n+1})$ とし、この教示候補点 P_{n+1} は教示済最終点 P_n とその1つ前の教示点 P_{n-1} の2点を通る直線の延長上に存在する。

【0029】すなわち、次の教示候補点 $P_{n+1}(X_{n+1}, Y_{n+1}, Z_{n+1})$ は、教示済最終点よりもひとつ前の教示点 $P_{n-1}(X_{n-1}, Y_{n-1}, Z_{n-1})$ から教示済最終点 P_n への移動ベクトル $A = (X_n - X_{n-1}, Y_n - Y_{n-1}, Z_n - Z_{n-1})$ を、教示済最終点を基点した次の移動目標点の算出に適用し、これを次教示候補点とする。算出式は

$$\begin{aligned} &P_{n+1} \\ &= (X_{n+1}, Y_{n+1}, Z_{n+1}) \\ &= P_n + A \\ &= P_n + P_n - P_{n-1} \\ &= (2X_n - X_{n-1}, 2Y_n - Y_{n-1}, 2Z_n - Z_{n-1}) \end{aligned}$$

で与えられる。

【0030】(b2) 設定値利用次教示点作成ステップ 予め設定された次教示点移動距離から次教示候補点を算出する場合はステップS108に進む。

【0031】図5は、ステップS108において次教示候補点の算出方法を示している。図5において、 P_{n-1} は教示済最終点 P_n よりもひとつ前の教示点であり、また P_{n+1} は次教示候補点を示している。教示済最終点 P_n と次教示候補点 P_{n+1} との距離が次教示点移動距離を示している。次教示候補点 P_{n+1} の位置は、教示済最終点よりもひとつ前の教示点 P_{n-1} と教示済最終点 P_n との2点を通る直線式を算出し、これに次教示移動距離を代入し算出する。

【0032】ステップS110において、直線補間を延長するので次教示候補点での溶接トーチの姿勢は、教示済最終点での溶接トーチの姿勢と同じ値が設定される。

また、次教示候補点への移動速度も、教示済最終点への移動速度と同じ値が設定される。

【0033】ステップS111及びステップS112において、ティーチペンダントTPに次教示候補点が算出されたことを表示し、その候補点を採用するか否かの問合せも同時に行う。採用する場合はステップS114に進み、次教示候補点P3をロボット制御装置RC内のメモリMに記憶する。

【0034】(c) 補間パラメータ変更ステップ ステップS112において算出された候補点を採用する場合、ステップS114において次教示候補点への移動速度すなわち補間速度は最終教示点と同じ値が初期値として設定され、また、次教示候補点への補間方法は教示済最終点と同じ補間方法が設定される。補間速度、補間方法等の補間パラメータを変更する場合はステップS113に進み、オペレータの操作によって補間速度及び補間方法を変更することもできる。

【0035】なお、教示候補点P2をティーチングする際も上述した図3の次教示候補点の作成処理フロー図に従って処理されるが、図3に示すステップS101において教示済最終点P1の種類が位置決めなのでステップS105に進み、ティーチペンダントTPに次教示候補点の自動作成が不可能であることが表示されたために、次教示点P2のティーチング作業は前述した教示点P1と同じように、オペレータがマニピュレータMPを移動しティーチング作業をする。

【0036】(3) 次教示点移動ステップ

図6は、教示済最終点P2から前述した(2)項の次教示点作成ステップで算出された次教示候補点P3にマニピュレータMPが移動する場合の次教示候補点の移動処理フロー図である。ステップS201において、溶接トーチWTの退避動作を行うか否かをチェックする。

【0037】(a) 次教示点直接移動ステップ 溶接トーチWTの退避動作を行わない場合はステップS204に進む。ステップS204において、マニピュレータMPの移動速度は、予め設定された移動速度となるように設定する。次いで、ステップS205において、マニピュレータMPは教示候補点に向かって動作し、ステップS206で次教示候補点に到達し停止する。ステップS207において、溶接トーチWTの退避動作を行っていたかどうかをチェックして、行っていないので処理を終了する。

【0038】(b) 次教示点退避移動ステップ

溶接トーチWTの退避動作を行う場合は処理がステップS202に進む。図7は、教示済最終点 P_n から次教示候補点 P_{n+1} にマニピュレータMPが移動する際の溶接トーチWTの軌跡図である。 A_n 及び A_{n+1} は、教示済最終点 P_n 及び次教示候補点 P_{n+1} から溶接トーチWTを予め設定した溶接トーチ退避距離だけ引き上げた位置である。㊶乃至㊸は、溶接トーチWTが教示済最終点から次

教示候補点へ移動する際の移動順序を示している。

【0039】ステップS202において、マニピュレータMPを予め設定された溶接トーチ退避距離だけ溶接トーチWTを引き上げる方向に移動させる。すなわち、図7において、①溶接トーチWTをAnの位置へ移動させる。次いで、ステップS203において、溶接トーチWTを引き上げた距離だけ、メモリMに記憶された溶接トーチ長を伸ばした機構演算に切り替える。すなわち、図7に示すように、実際の溶接トーチWTの先端位置はAnであるが、既に、メモリMに記憶されている溶接トーチWTの先端位置はPnとなっている。

【0040】ステップS204乃至ステップS206において、前述した(a)項の次教示点直接移動ステップと同様の処理を行う。すなわち、図7において、②溶接トーチWTをAn+1の位置へ移動させる。

【0041】次いで、溶接トーチWTが退避動作を行ったのでステップS208へ進む。ステップS208において、溶接トーチWTを予め設定された溶接トーチ退避距離だけ引き下げる方向にマニピュレータMPを移動させる。すなわち、図7において、③溶接トーチWTをPn+1の位置へ移動させる。最後に、ステップS209において、溶接トーチWTを引き下げた距離だけ、メモリMに記憶された溶接トーチ長を縮めた機構演算に切り替える。すなわち、実際の溶接トーチWTの先端位置とメモリMに記憶されている溶接トーチWTの先端位置とを合わせる。上述した処理を実行することによって、マニピュレータMPは図2における次教示候補点P3の位置まで移動し、P3が教示済最終点になる。

【0042】図2において、教示候補点P4乃至P6のティーチング作業は、上述した(2)項の次教示点作成ステップと(3)項の次教示点移動ステップとを順次に繰返し実行される。これによって、教示点P1乃至P6の直線補間部分のティーチング作業を終了する。また、オペレータは、前述した次教示移動距離及び次教示点移動時の溶接トーチ退避距離を各教示点ごとに変更でき、さらに、変更したパラメータで次教示候補点を再計算することも可能である。

【0043】次に、教示候補点P7のティーチング作業を行う。教示候補点P7は教示点P5及び教示点P6を結ぶ直線上に存在しないので、教示点P6を始点とする円弧補間上の軌跡上に存在するので、前述した(2)項の次教示点作成ステップにおいて算出された次教示候補点を採用しないで、教示点P1のティーチングと同様に、オペレータはティーチペンダントTPを操作してマニピュレータMPを教示候補点P7の位置まで移動させ、補間方法が円弧補間であることを制御装置RC内のメモリMに記憶する。

【0044】次に、教示候補点P8のティーチング作業を行う。前述した(2)項の次教示点作成ステップにおいて、図3に示すステップS101で教示済最終点P7

が円弧補間なのでステップS102に進む。ステップS102において、教示済最終点の1つ前の教示点の種類が円弧補間で、かつ教示済最終点の2つ前の教示点が存在し、それらの3点による円弧軌跡が定義できるかどうかチェックする。教示済最終点の1つ前の教示点P6が円弧補間でないので、ステップS105に進み、教示点P7と同様にオペレータが教示候補点P8のティーチング作業をする。

【0045】さらに、教示候補点P9のティーチング作業を行う。前述した(2)項の次教示点作成ステップにおいて、図3に示すステップS101では、教示済最終点P8及び1つ前の教示点P7の種類が円弧補間で、かつ、教示済最終点を含む3点P8、P7及びP6によって円弧軌跡が定義できるので、ステップS104の円弧軌跡を延長する処理を行う。

【0046】ステップS106乃至S108において、円弧軌跡上の次教示候補点の位置を次のように算出する。図8は、同一円弧上に位置する次教示候補点の位置算出方法を示し、簡単のために、教示3点で決まる平面上にできる2次元の円弧軌跡に写像している。Pnは教示済最終点、Pn-1は教示済最終点の1つ前の教示点、Pn-2は教示済最終点の2つ前の教示点を示す。これらの教示点3点を通る円の中心点を原点とする極座標で表すと、 $P_{n-2}(r, \theta_{n-2})$ 、 $P_{n-1}(r, \theta_{n-1})$ 、 $P_n(r, \theta_n)$ となる。ここでrは、教示3点を通る円弧軌跡の半径である。次教示候補点 $P_{n+1}(r, \theta_{n+1})$ は、 $\Delta\theta = \theta_n - \theta_{n-1}$ とすると、 $\theta_{n+1} = \theta_n + \Delta\theta$ となる。

【0047】次いで、ステップS110において、次教示候補点での溶接トーチの姿勢は、教示済最終点での円弧軌跡の接線に対する溶接トーチの姿勢と同じ値が、教示候補点における円弧軌跡の接線に対する値として設定される。

【0048】ステップS111及びステップS112において、ティーチペンダントTPに次教示候補点が算出されたことを表示し、その候補点を採用するか否かの問合せも同時に行なわれる。採用する場合はステップS114に進み、次教示候補点P9をロボット制御装置RC内のメモリMに記憶する。教示済最終点P8から次教示候補点P9へのマニピュレータMPの移動は、前述した(3)項の次教示点移動ステップと同様に処理される。

【0049】また、ステップS112において、教示済最終点と同じ補間方法が第一候補として算出されるが、補間方法を変更する場合は補間パラメータ変更ステップS113に進み、円弧補間を直線補間に変更することもできる。

【0050】最後に、教示候補点P10のティーチング作業を行う。これは前述した教示候補点P9のティーチングと同様に処理され教示点P10はロボット制御装置RC内のメモリMに記憶される。

【0051】

【本発明の効果】本発明によれば、従来のように、ロボット又はワーク設置方向を意識しながら、ロボットの複数軸を動かして目的とする溶接トーチWTの先端位置及び溶接トーチWTの姿勢を確保する煩雑な操作に代わって、教示済最終点を含む複数の教示点と、この教示済最終点を補間した方法と同一の補間方法に応じて次に教示すべき教示候補点を自動的に算出し、上記教示済最終点から算出された教示候補点にマニピュレータを移動させるので、教示作業が非常に簡単なものとなり、教示作業における負担を軽減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、ロボットシステム全体の例を示す図である。

【図2】図2は、溶接対象ワークの例を示す図である。

【図3】図3は、次教示候補点の作成処理フロー図である。

【図4】図4は、教示済最終点への移動が直線補間で、教示済最終点とその1つ前の教示点との2点間の距離と

同じ距離の位置に次教示点を設定する場合の例を示す図である。

【図5】図5は、教示済最終点への移動が直線補間で、予め設定された次教示点移動距離から次教示候補点を算出する場合の例を示す図である。

【図6】図6は、次教示候補点の移動処理フロー図である。

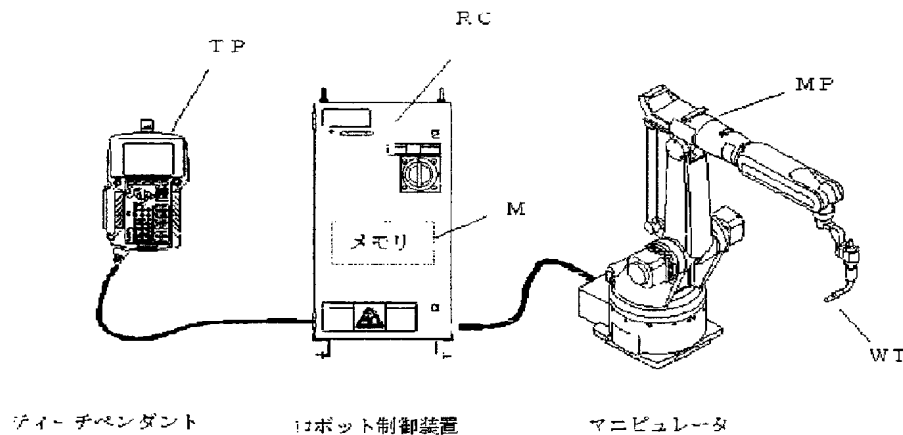
【図7】図7は、教示候補点へのロボットの移動時に、溶接トーチとワークとの干渉を未然に回避する動作軌跡の例を示す図である。

【図8】図8は、教示済最終点への移動が円弧補間である場合の例を示す図である。

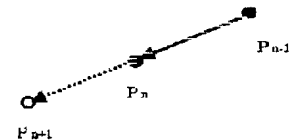
【符号の説明】

RC	ロボット制御装置
MP	マニピュレータ
TP	ティーチペンダント
M	メモリ
WT	溶接トーチ

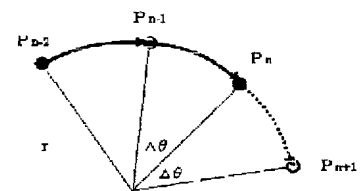
【図1】



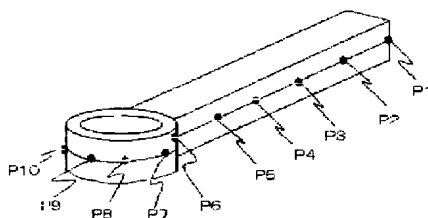
【図4】



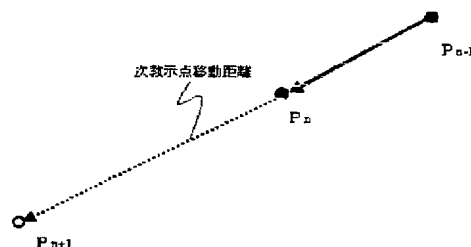
【図8】



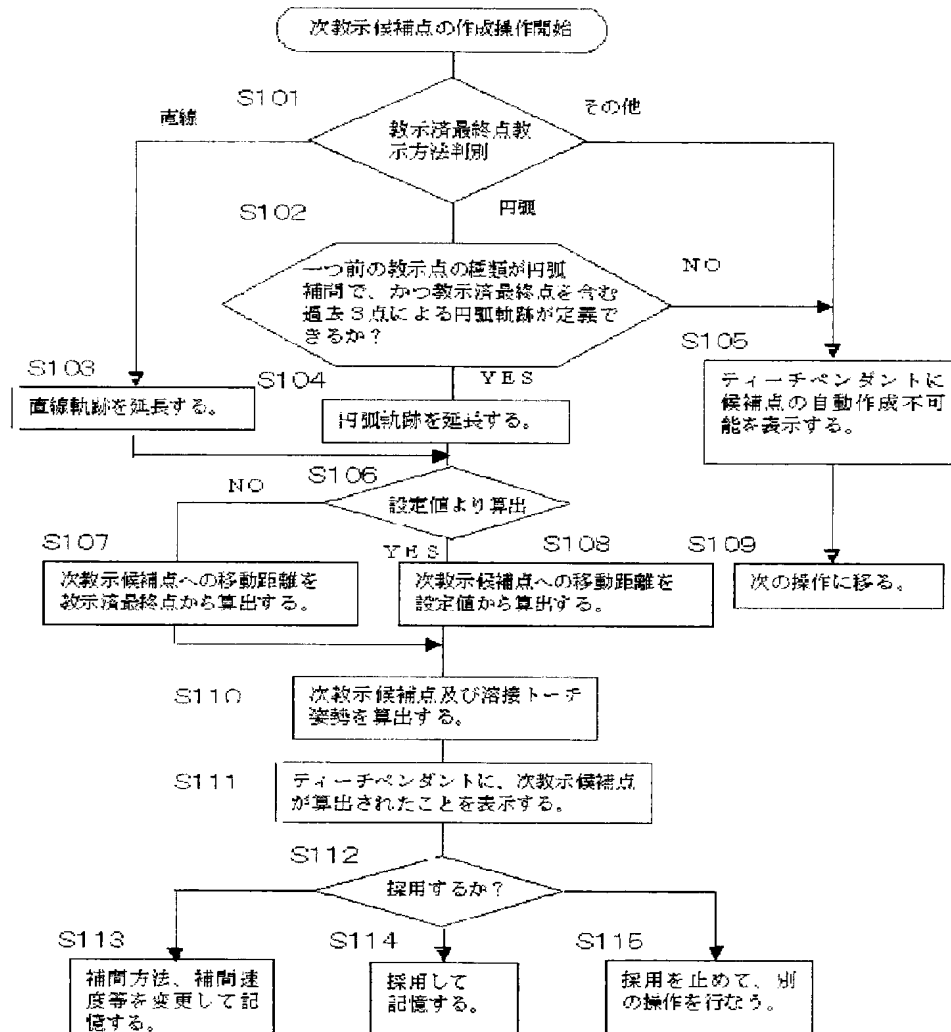
【図2】



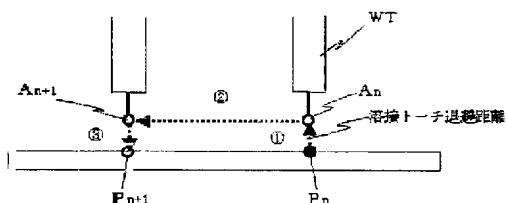
【図5】



【図3】



【図7】



【図6】

